Avances de Investigación

Incidencia de la broca (*Hypothenemus hampei*) en plantas de café a pleno sol y bajo sombra de *Eugenia jambos* y *Gliricidia sepium* en San Marcos, Nicaragua[1]

Domingo Féliz Matos[2]; Falguni Guharay[3]; John Beer[4]

Palabras claves: *Coffea arabica*; fenología; humedad; manejo integrado de plagas; producción; temperatura.

RESUMEN

Se estudió el microclima, la fenología del café (*Coffea arabica*) y la incidencia de la broca (*Hypothenemus hampei*) del café bajo tres tipos de sombra: densa, de manzana rosa (*Eugenia jambos,* 60-70%), media, de madero negro (*Gliricidia sepium,* 40-50%) y pleno sol (0% cobertura) en cafetales de la meseta de Carazo, San Marcos, Nicaragua. Una mayor incidencia de luz solar causó reducción de la humedad relativa del aire por debajo de 70% en las horas de la tarde en las plantaciones de café a pleno sol y bajo la sombra de madero negro. Las plantas a pleno sol produjeron mayor cantidad de granos maduros, y el café bajo la sombra densa de manzana rosa presentó una mayor incidencia de la broca (17-25% de frutos), pero entre la sombra de madero negro y a pleno sol no hubo diferencias (incidencia < 2%). En cambio, las poblaciones de la broca en los frutos en el suelo no variaron entre los diferentes tipos de sombra. Los resultados sugieren que para las condiciones del Pacífico de Nicaragua, una cobertura de dosel de 40-50% provee mejores condiciones para el manejo de la broca del café en sistemas agroforestales.

Incidence of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in coffee plants under different shade types in San Marcos, Nicaragua

Key words: *Coffea arabica;* humidity; integrated pest management; phenology; production; temperature.

ABSTRACT

The incidence of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) was studied under three shade types: dense shade of *Eugenia jambos* (60-70% canopy cover), moderate shade of *Gliricidia sepium* (40-50% cover) and full sun (0% cover) in coffee (*Coffea arabica*) plantations in Carazo, San Marcos, Nicaragua. Higher insolation caused a reduction of relative air humidity below 70% in the afternoon in the coffee plantations in full sun and under the shade of *G. sepium*. Coffee plants in full sun produced more coffee. Coffee under the dense shade of *E. jambos* had a higher incidence of borer (17-25% of fruits); under *G. sepium* shade and in full sun there was no difference (incidence < 2%). On the other hand, borer populations in fallen coffee fruits didn't vary among the different shade types. The results suggest that a shade canopy of 40-50% provides better conditions for controlling the coffee berry borer in agroforestry systems in the Pacific area of Nicaragua.

INTRODUCCIÓN

El 17% del café (*Coffea arabica*) de Nicaragua se cultiva en la meseta cafetalera de Carazo, en la vertiente del Pacífico. La broca (*Hypothenemus hampei*) apareció en este país en 1988, dispersándose rápidamente, y hoy en día es la plaga de mayor importancia económica en la caficultura nacional (Guharay *et al.* 2000). Las larvas de la broca se alimentan de frutos tiernos y maduros, provocando la pérdida del grano (Sousa y Reis 1980, Ochoa *et al.* 1990). La sombra regulada puede ayudar a mantener niveles bajos de plagas; por ejemplo, la som-

[1] Basado en Féliz, MD. 2002. Incidencia y poblaciones de broca (*Hypothenemus hampei*) en árboles de café y tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

[2] M.Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

[3] Profesor-Investigador, CATIE, Managua, Nicaragua. Correo electrónico: emergen@mipafcatie.org.ni

[4] Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: jbeer@catie.ac.cr

bra y la alta humedad atmosférica pueden favorecer ciertos enemigos naturales de la broca. Sin embargo, los microorganismos entomopatógenos y parasitoides necesitan de suficiente luz para reproducirse y reprimir la plaga (Guharay *et al.* 2001). En tal sentido, la respuesta de la broca a la sombra es variable y no hay una tendencia clara sobre el efecto de la radiación o la humedad (Guharay *et al.* 2000).

En este artículo se evalúan tres tipos de sombra sobre: (i) el microclima (temperatura y humedad relativa del aire); (ii) la fenología del café (desarrollo de hojas y frutos); y (iii) la incidencia de la broca durante las distintas etapas fenológicas de la producción del café.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre marzo y septiembre del 2002, en una finca de la Empresa Inversiones Generales S.A., San Marcos (Carazo), Nicaragua (11°55'N y 83°12'O, 570 msnm). La precipitación anual varía entre 1000 y 1400 mm, con un período seco bien marcado de noviembre a mayo. La temperatura media anual es de 23,7 °C, con máxima de 30,1 °C y mínima de 18,0 °C. La humedad relativa del aire es de 82,6% y la velocidad promedio del viento de 3,2 m s^{-1} durante siete meses del año. Los suelos son de origen volcánico, profundos, moderadamente planos, francos arenosos, con buen drenaje, pH entre 5 y 6, ricos en K y materia orgánica, pero bajos en P (Guharay *et al.* 2000).

Las pérdidas de producción debidas a la broca en los últimos 10 años en el sitio de estudio variaron entre el 2 y el 50%, a pesar de la aplicación de pesticidas[5]. Los cafetos (Caturra y Catuaí amarillo), plantados a 2,10 m entre hileras y 1,05 m entre plantas (4500 plantas ha^{-1}), se receparon cada tres o cuatro años y se fertilizaron con dos aplicaciones por año: 1) 60 kg ha^{-1} de urea (46% N) y 25 kg ha^{-1} de MOP (muriato de potasio) combinado con la fórmula 15-15-20, aplicando 70, 70 y 93 kg ha^{-1} de N, P y K en los meses de noviembre-mayo; y 2) 58 kg ha^{-1} de urea y 24 kg ha^{-1} de MOP combinado con la fórmula 30-0-20, aplicando 90 y 60 kg ha^{-1} de N y K en los meses de julio-agosto. Las especies de árboles predominantes fueron madero negro (*Gliricidia sepium*) y manzana rosa (*Eugenia jambos*). Los árboles de *G. sepium* fueron establecidos dentro de las hileras de café a una distancia de 8,5 x 8,5 m, alcanzando una altura de 8 m. *E. jambos* se estableció como cortina rompevientos a 2 m lineales uno de otro, alcanzando una altura promedio de 6 m.

Se seleccionó un total de 12 parcelas de estudio en tres lotes diferentes de la finca, utilizando los siguientes criterios: infestación por broca en frutos en el suelo y ausencia de recolección de los frutos del suelo (pepena). Cada lote incluyó los tres tratamientos; es decir, las diferentes coberturas de sombra (pleno sol, sombra de *G. sepium*, sombra de *E. jambos*). Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres réplicas (los lotes) y tres tratamientos (los tipos de sombra), pero se incluyó una replicación parcial de los tratamientos dentro de cada bloque, para un total de 12 parcelas experimentales. Las parcelas con *G. sepium* y a pleno sol fueron de aproximadamente 2500 m^2 (50 x 50 m), con un espacio útil (central) de 35 m^2 (8,4 x 4,2 m), formado por 16 cafetos distribuidos en cuatro hileras, dejando 98% del área como borde para evitar el efecto de fumigación contra brocas en parcelas adyacentes. Las parcelas con *E. jambos* también fueron de 2500 m^2 y con mediciones de 16 cafetos, pero estuvieron ubicadas en los bordes del lote, junto a las cortinas rompevientos. Cada parcela incluyó 25 árboles de *E. jambos* en una línea; los bordes fueron de cuatro árboles en cada extremo.

Los factores ambientales medidos en el centro de cada parcela experimental, entre marzo y septiembre de 2002, fueron la temperatura (°C) y la humedad relativa del aire (%), haciendo registros diarios a 60 cm sobre el nivel del suelo con un termohigrómetro portátil entre las 6:00 y 7:00 y entre las 13:00 y 14:00. La precipitación diaria fue medida en una estación meteorológica de la finca. La sombra (porcentaje de cobertura) en cada parcela se estimó mensualmente encima de las copas de los cafetos, promediando las lecturas de un densiómetro esférico, evaluando en cuatro puntos de la parcela.

El censo exhaustivo de los estados fisiológicos de cada cafeto se hizo de forma secuencial, en un movimiento helicoidal que partió de la parte apical hasta la base de la planta en el sentido de las manecillas del reloj. El número de hojas se contabilizó hasta la bandola número 60 de los 16 cafetos de cada parcela útil. Se hicieron siete conteos (cada mes; de marzo a septiembre). Se evaluaron las tres floraciones ocurridas en los meses de marzo, abril y mayo. El número de glomérulos y frutos totales en las primeras 60 bandolas se contabilizó partiendo desde el eje principal de la planta hasta los extremos de las bandolas, excluyendo los frutos secos o marchitos de la cosecha anterior. Se consideró como un glomérulo a los nudos que presentaron al menos un fruto. También se muestrearon la posición y el número de glomérulos infestados por broca.

[5] Quiñónez, G. 2002. Encargado de la finca, San Marcos, Nicaragua. (Comunicación personal).

El recuento de los diferentes estados de la broca en los granos de café, tanto en la planta como caídos al suelo, se hizo cada 21 días, entre marzo y septiembre del 2002. En cada parcela y cada fecha de muestreo, se recolectaron 10 frutos con broca de los cafetos, así como 10 frutos con broca recolectados del suelo, envolviéndolos en un papel secante para evitar la proliferación de hongos saprofitos por efecto de la transpiración de los frutos antes de su evaluación en laboratorio. El primer muestreo de frutos en el suelo fue tomado a la par de la primera planta en cada parcela útil y las tres siguientes plantas de la línea, utilizando un marco de 0,25 x 0,25 m colocado al lado derecho, bajo el dosel de la planta. El siguiente muestreo se inició en la planta siguiente, para no volver a medir los mismos sitios. Para el quinto muestreo y los siguientes, el marco se lanzó en la parte izquierda del dosel de las plantas para que no coincidiera con los muestreos anteriores. En el laboratorio, se registraron los diferentes estados de la broca y la presencia de sus enemigos naturales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de sombra y el microclima

La cobertura del dosel de sombra fue de 60-70% para *E. jambos*, 40-50% para *G. sepium*, y 0% a pleno sol (Cuadro 1). En las parcelas sombreadas hubo un pequeño aumento en el nivel de sombra durante la estación lluviosa. En las mañanas, la temperatura y humedad relativa fueron iguales en los tres tipos de sombra; sin embargo, en las tardes la temperatura del aire en las calles del cafetal a pleno sol fue mayor que en los cafetales bajo sombra. Lo contrario ocurrió con la humedad relativa, confirmando lo reportado por Castro *et al.* (1961) y Alonso (1985) (Figs. 1 y 2).

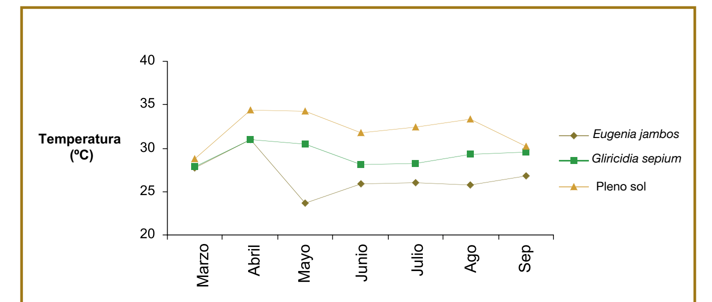


Figura 1. Temperatura del aire a 60 cm sobre el suelo a la 1:00 pm bajo diferentes tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua.

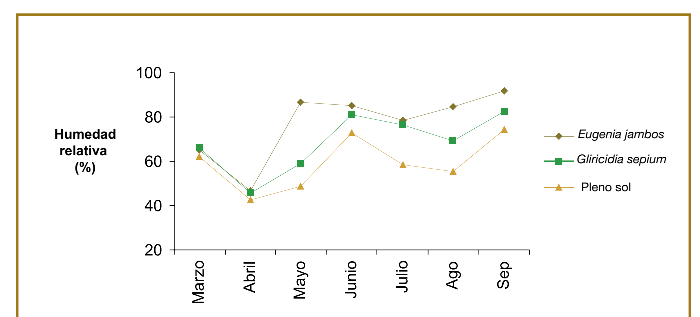


Figura 2. Humedad relativa del aire a 60 cm sobre el suelo a la 1:00 pm bajo diferentes tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua.

Fenología del café

El número de hojas en los cafetos bajo *G. sepium* fue mayor que en las plantaciones bajo *E. jambos* y a pleno sol (Fig. 3). Sin embargo, los glomérulos y frutos totales parecieron estar estimulados por una mayor incidencia de luz solar y temperaturas más altas en las parcelas a pleno sol (Fig. 4). Renna *et al.* (1994) encontraron que las bandolas de las plantas a pleno sol crecieron más que en plantas bajo sombra, lo cual conlleva una mayor producción de flores.

Cuadro 1. Cobertura del dosel (porcentaje promedio ± error estándar) sobre los cafetos bajo diferentes tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua

Tipos de sombra	Época						
	Seca		Lluviosa				
	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre
Densa:							
Eugenia jambos	60±0,0[b]	60±0,0[b]	63±0,0[b]	64±0,0[b]	66±0,0[b]	69±0,0[b]	68±0,0[b]
Media:							
Gliricidia sepium	41±0,5[a]	44±0,9[a]	44±1,0[a]	44±0,8[a]	46±0,5[a]	48±1,9[a]	49±0,4[a]

Valores con la misma letra en la misma columna no presentan diferencias significativas ($p \leq 0{,}001$ según prueba de Student-Newman-Keuls y Tukey).

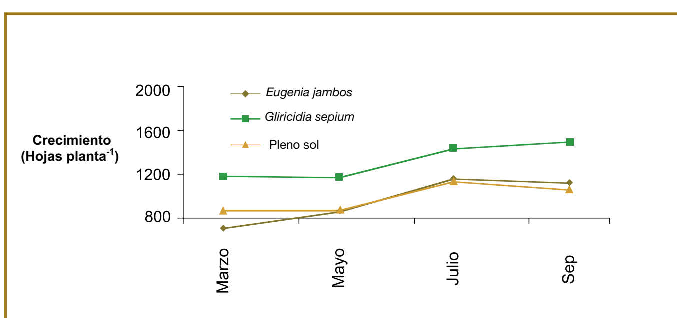


Figura 3. Desarrollo de hojas del café bajo diferentes tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua.

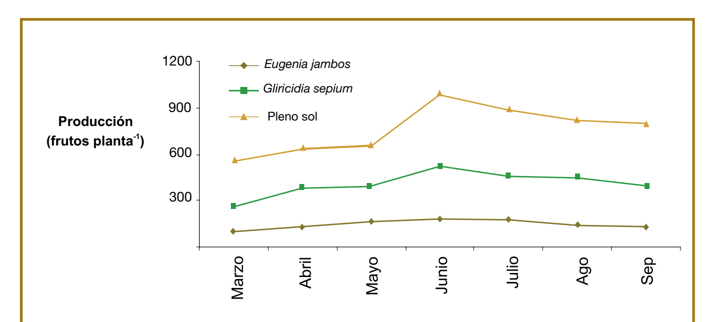


Figura 4. Producción de frutos del café bajo diferentes tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua.

Población e incidencia de broca en frutos caídos

No hubo una diferencia significativa en la población total de la broca bajo los diferentes tipos de sombra (número de frutos por % de brocados); sin embargo, en los meses de junio y julio, el porcentaje de frutos en el suelo con broca fue mayor bajo sombra de *E. jambos*, lo cual podría ser resultado de diferentes condiciones microambientales, pero también debido a que hubo muchos menos frutos en el suelo y en las plantas (Feliz 2002) bajo la sombra de este árbol (Fig. 5).

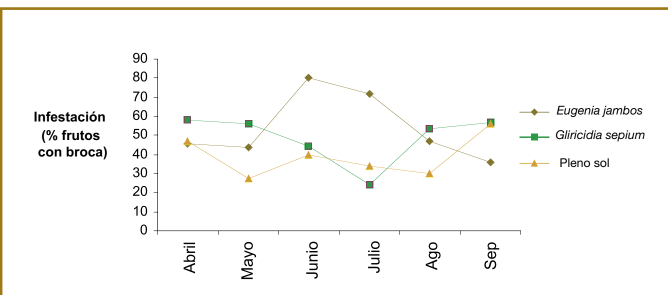


Figura 5. Desarrollo de la infestación de la broca en frutos de café caídos en el suelo bajo diferentes tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua.

La población de broca en frutos caídos tuvo una mayor incidencia en la época seca (abril; ver Fig. 6 para un ejemplo), cuando hubo una mayor disponibilidad de frutos en el suelo; luego, disminuyó paulatinamente a medida que la cantidad de frutos en el suelo era menor y cuando, al mismo tiempo, aumentó el número de frutos disponibles en las plantas en la época lluviosa (mayo-septiembre). Además, en esta última época hubo una mayor humedad en el suelo, lo cual parece ser un factor determinante para que el insecto lo abandone e inicie su colonización de frutos en la planta (Decazy 1990).

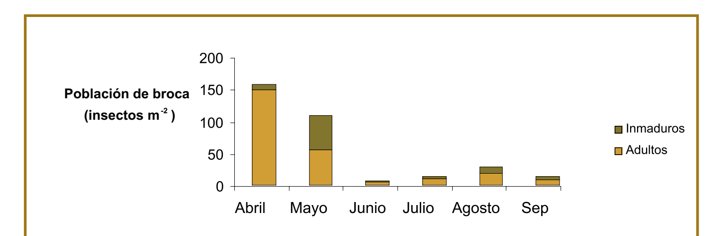


Figura 6. Infestación y desarrollo de poblaciones de broca en frutos de café caídos en el suelo en las parcelas sombreadas por *Eugenia jambos* en San Marcos, Nicaragua.

Epidemiología de la broca en frutos de café en la parte aérea bajo diferentes ambientes de sombra

El desarrollo de la infestación (% de frutos con broca) en la planta fue mayor en las plantaciones bajo la sombra densa de *E. jambos* (de 17 a 25%) en comparación con la sombra media de *G. sepium* y a pleno sol (<2%). El número de individuos de broca por planta de café también fue mayor bajo la sombra de *E. jambos* que en las parcelas a pleno sol o bajo *G. sepium* (Fig. 7).

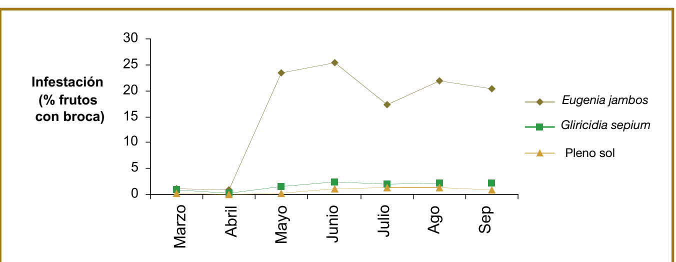


Figura 7. Desarrollo de la infestación de la broca en frutos bajo café bajo diferentes tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua.

Diseño de sombra para la supresión de plagas en los cafetos

La mayoría de las comparaciones del efecto de la sombra en la fenología y las plagas del café han sido entre sombra densa y pleno sol (Berjamin 1944, Le Pelley

1969, Muñoz *et al.* 1987). Sin embargo, el nivel de sombra es dinámico, debido a los cambios fenológicos y al manejo (podas) de los árboles, lo cual puede influir en las plagas del café y sus enemigos naturales. Por ejemplo, muchas especies utilizadas como sombra (incluyendo *G. sepium*) pierden su follaje en la época seca, mientras que en la época lluviosa se presenta la recuperación del follaje, que disminuye significativamente la disponibilidad de luz solar para los cafetos (Tavares *et al.* 1999).

Los cafetos sombreados son más propicios para el desarrollo de altas infestaciones de broca que aquellos expuestos al sol (Berjamin 1944, Muñoz *et al.* 1987; Fig. 8). De lo anterior se deduce que conservando los cafetos con sombra regulada (40-50%) se puede mantener la baja incidencia de la broca. Waterhouse y Norris (1989) y Le Pelley (1969) recomiendan manejar el café sin sombra y/o con poca sombra para disminuir la infestación de la broca.

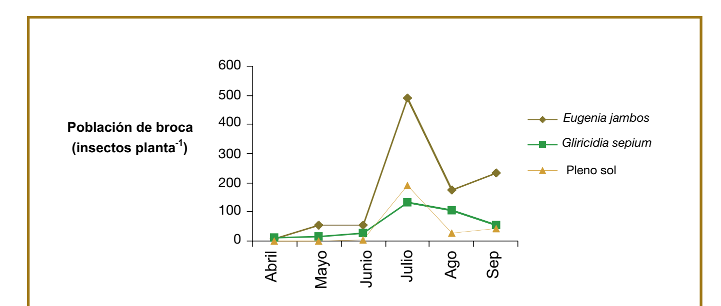


Figura 8. Población de broca en frutos aéreos por plantas de café bajo diferentes tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua.

La broca es más activa en condiciones de mucha sombra y alta humedad relativa (Baker 1985). Es probable que las condiciones microambientales que se mantuvieron con sombra media de *G. sepium* y a pleno sol en este estudio (> 28 ºC y humedad relativa < 74%) hayan perturbado el desarrollo de la infestación. Sponagel (1994) afirma que el grado real de infestación depende de la periodicidad de la producción (infestación baja en meses de alta cosecha; infestación alta en meses de baja cosecha). Sin embargo, en el presente estudio el grado de infestación de la broca en las partes aéreas de las plantas no fue proporcional a la disponibilidad de frutos en las plantas de café.

Hernández y Sánchez (1972) señalan que la broca no realiza vuelos durante las lluvias y que las hembras prefieren volar entre las 12:00 y las 17:00. Por lo tanto, se espera una mayor mortalidad de la broca en las plantaciones con sombra media y a pleno sol, debido a las altas temperaturas en horas de la tarde. En la sombra bajo *G. sepium*, la población de broca se mantuvo en niveles bajos. Por otro lado, Guharay *et al.* (2001) señalan que la sombra y un mayor nivel de humedad favorecen al hongo *Beauveria bassiana* (enemigo natural de la broca), porque protegen al hongo de los rayos ultravioleta, especialmente en la mañana y en la tarde. Sin embargo, para que esporule sobre los cadáveres de la broca, el hongo necesita cierta exposición a la luz. Tal vez por esta razón solo se encontró *B. bassiana* (en bajos niveles) bajo la sombra media de *G. sepium* (Féliz 2002).

Un ciclo anual de podas generaría condiciones contradictorias para diferentes plagas, sus enemigos naturales y el cafeto. Hay que utilizar especies que soporten las podas, como *Erythrina* spp., *G. sepium* e *Inga* spp. para manipular la sombra en diferentes maneras durante el año productivo del café. Así, el diseño para la supresión de plagas en cafetales se podría enfocar de la siguiente manera: durante la época seca (4-6 meses) en el Pacífico de Nicaragua (noviembre a abril), mantener altos niveles de sombra favorecería la retención de las hojas viejas, el control del minador y la cochinilla y la supervivencia de hongos benéficos (Guharay *et al.* 2001). Por otro lado, las reducciones de la sombra pueden favorecer la actividad de parasitoides de la broca y la caída de hojas enfermas de la roya (*Hemileia vastatrix*), además de limitar la dispersión de la broca. En función de lo anterior, se recomienda que la sombra se mantenga entre 40-60% y que solo exceda el 50% al inicio de la época seca. En zonas cafetaleras bajas y secas, la sombra se debe reducir de 60 a 45-50% con las primeras lluvias. Debido a las fluctuaciones naturales de la sombra de *G. sepium* en las plantaciones de café de Nicaragua, hay períodos con condiciones subóptimas para la disminución de las plagas, y se podrían necesitar controles directos de algunas de ellas.

CONCLUSIONES

- Hubo una menor producción de café bajo sombra y se registró mayor incidencia y poblaciones de broca en plantas bajo la sombra densa de *E. jambos,* pero no hubo diferencia significativa entre pleno sol y sombra media de *G. sepium*. En cambio, las poblaciones de broca en los frutos en el suelo no variaron entre los diferentes tipos de sombra. Una mayor incidencia de luz solar reduce la humedad relativa del aire por debajo de 70% en las horas de la tarde en las plantaciones de café a pleno sol y bajo la

sombra de *G. sepium*. Esto podría limitar el vuelo de las hembras de la broca, que normalmente vuelan a estas horas en busca de frutos para la oviposición.

- Un ambiente de baja humedad probablemente causa alta mortalidad en las hembras de la broca, reduciendo así las poblaciones futuras. Por el contrario, la alta humedad relativa bajo la sombra de *E. jambos* favoreció las actividades de las hembras y aumentó las poblaciones en las plantas.

RECOMENDACIONES

- Para reducir pérdidas de la cosecha de café debidas a la broca se recomienda una sombra regulada con una cobertura de dosel de 40-50%.
- Falta estudiar más el efecto de la humedad relativa del aire sobre la mortalidad y las actividades de la broca bajo diferentes tipos de sombra, y repetir este estudio durante dos ciclos anuales más para poder evaluar el efecto de la sombra sobre las poblaciones de broca en las condiciones variables de las floraciones.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Alonso, PFP. 1985. Avances de un programa integrado de investigación contra la broca. Congreso de Manejo Integrado de Plagas (3). Guatemala. 263-284 p.

Baker, PS. 1985. La ecología y el comportamiento de la broca del café. *In* Simposio sobre Caficultura Latinoamericana (8, Granada, Nicaragua). Memoria. San José, CR, IICA. 225 p.

Berjamin, J. 1944. O "repase" como método de controle da broca do café (*Hypothenemus hampei* Ferr. 1867) (Col. Ipidae). Arq. Do Inst. Biol. 15: 199-208.

Castro, F; Montenegro, L; Aviles, C; Moreno, M; Bolaños, M. 1961. Efecto del sombrío en los primeros años de un cafetal. Turrialba 3(10): 81-102.

Decazy, B. 1990. Descripción, biología, ecología y control de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferr. IRCC, PROMECAFE, ANACAFE. *In* 50 años de CENICAFE, 1938-1988. Conferencias conmemorativas. Centro de investigaciones de café "Pedro Uribe Mejía". Chinchina, Caldas, Colombia. 133-139 p.

Feliz, D. 2002. Incidencia y poblaciones de broca (*Hypothenemus hampei*) en árboles de café y tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 75 p.

Guharay, F; Monterroso, D; Monterrey, J; Staver, C. 2000. Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo del Café. CATIE, Managua, Nicaragua. 267 p. (Serie Técnica. Manual Técnico no. 44).

________, Monterroso, D; Staver, C. 2001. El diseño y manejo de la sombra para la supresión de plagas en cafetales de América Central. Agroforestería en las Américas 8(29): 22-29.

Hernández PM; Sánchez de L. 1972. La broca del fruto del café. ANACAFE, Boletín N° 11. Guatemala. 172 p.

Le Pelley, RH. 1969. Las plagas del café. Agricultura tropical. Editorial Labor S.A. Barcelona, España. p. 140-170.

Muñoz, RI; Andino, A; Zelaya, RR. 1987. Fluctuación poblacional de la broca del fruto del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferr.) en la zona del Lago de Yojoa. *In* Taller Internacional sobre la broca del grano del café (*Hypothenemus Hampei* Ferr.) (2, 1987). Memorias. Chiapas, MX, IICA, PROMECAFE, INMECAFE. p. 75-99.

Ochoa, MH; Campos, AO; Vidal, SB; Decazy, B. 1990. Determinación de pérdidas en la cosecha por broca del fruto del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferr.) en función de diferentes porcentajes de infestación. *In* Taller regional de broca (3, 1990). Resumen. IICA. PROMECAFE. p. 81-86.

Renna, AB; Barros, RS; Maestri, M; Söndahl, M. 1994. Coffee. *In* Shaffer, B; Andersen, PC. eds. Handbook of environmental physiology of fruit crops. Sub-Tropical and Tropical Crops. CRC Press. v. 2, 101-122 p.

Souza, HC de; Reis, PR. 1980. Efecto da broca do café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) na producto e quialidade do grao do café. *In* Congreso brasileiro de pesquisas cafeeiras (9, 1980, Río de Janeiro, BR). 281-283 p.

Sponagel, KW. 1994. La broca del café *Hypothenemus hampei* en plantaciones de café Robusta en la Amazonía Ecuatoriana. Traducción: Wilma Miranda-Sponagel. Alemania. 185 p.

Tavares, FC; Beer, J; Jiménez, F; Schroth, G; Fonseca, C. 1999. Experiencia de agricultores de Costa Rica con la introducción de árboles maderables en plantaciones de café. Agroforestería en las Américas 6(23): 17-20.

Waterhouse, DF; Norris, KR. 1989. Biological control: pacific prospects. Supplement 1. Canberra, AU, Australian Center for International Research. 123 p.